

## ゲリュスト ワーゲンをを用いた施工法について

前 田 邦 夫\* 中 川 茂\*\*  
 大 内 雅 博\*\* 音 川 庫 三\*\*  
 椎 泰 敏\*\*

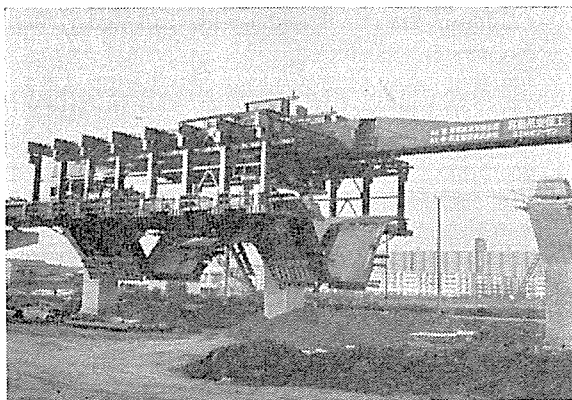
### 1. はじめに

首都圏における道路網の整備の一環として首都高速道路が建設されだしてから、約 13 年になり、その延長も 111 km となった。しかし、この間における日本経済の成長とあいまって、人口の集中はもとより、自動車の保有台数は異常なほどの激増ぶりであり、道路網の整備が追いつかないまま、交通まひは広域化しているのが現状である。このような環境における都市内高速道路の建設は、街路の交通を阻害することなく、しかも急速に施工することが要求される。

この条件をみたす工法としては、工場製作を主とした鋼構造物が考えられるが、メンテナンスの問題と、経済性からコンクリート構造物で、上記の条件をみたす工法の開発が要求され、その結果、考案され研究されてきたのがここに紹介する移動吊支保工（ゲリュスト ワーゲン）である（写真—1, 2）。

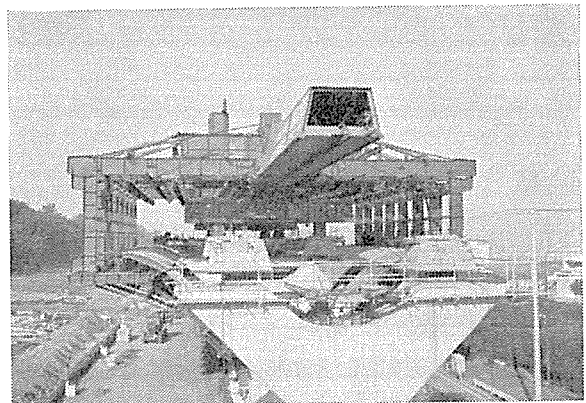
移動吊支保工は、コンクリート高架橋を現場でコンクリートを打設して施工する工法で、特に新しいものではなく、すでに欧州各地、たとえば、西ドイツ、イタリア、

写真—1 昭和 47 年 10 月 30 日 SSM 式  
 ワーゲン 1 号機初可動  
 首都高速 5 号 II 期線 第 576 工区（その 2）にて



\* 首都高速道路公団第2建設部設計課長  
 \*\* " " 設計課  
 \*\*\* " " 志村工事事務所

写真—2 ワーゲン後方より  
 第 576 工区（その 2）にて



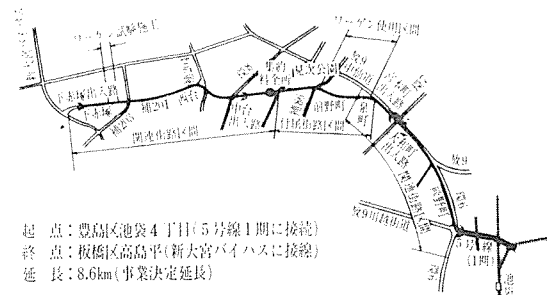
スイス等では、主として山間部の谷間を通すコンクリート高架橋施工の際に使用されているものである。

しかしながらこれをわが国の都市内土木工事に使用する場合は、設計条件ならびに構造形式が異なること、また 30 m あるいは 40 m の街路幅員による制約、および桁下空間の確保等の問題があるため、これらの条件を満足させ、さらに工事の急速化、省力化、経済化をも合わせて解決すべく考案したのが、この SSM 式移動吊支保工である（SSM とは、首都高速道路公団、住友電工、三井三池製作所の略）。

### 2. ワーゲン使用工事区域の概要

ワーゲン使用工事区域は、図—1 で、放射 9 号線（中山道）から住宅街に入る出井川河川上で、第 562 ～ 第

図—1 ワーゲン使用区間



起 点：豊島区池袋4丁目（5号線1期に接続）  
 終 点：板橋区高島平（新大宮バイパスに接続）  
 延 長：8.6km（事業決定延長）

563 工区の約 1 km の区間である。

この区間は付属街路部分で、図-2のごとく全幅員 30 m で、両側に幅員 6 m (将来計画は 7.5 m の予定) の付属街路ができ、中央部分には幅員 4~6 m の蛇行した出井川河川がカルバート化され橋脚間に施工される。

また本工事に先立って行なったワーゲンの試験施工区間は住宅公園の高島平団地付近にあたる第 576 工区 (その 2) は延長約 230 m ある。上部構造は 3 径間連続 P C ホロースラブ橋で、3@25=75 m, 幅員 18 m, 桁高 1.1 m の 3 連で、下部構造は Y 橋脚を使用している (図-3 参照)。

図-2 高速 5 号 II 期線 第 562~563 工区 付属街路部分

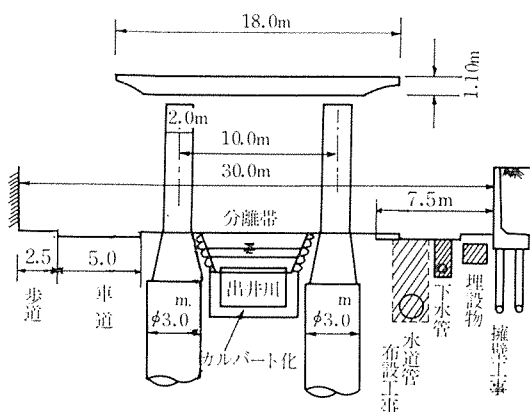
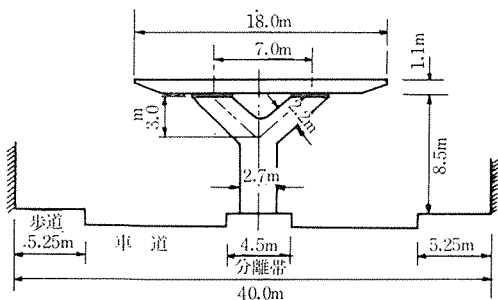


図-3 高速 5 号 II 期線 第 576 工区 (その 2) 補助 201 部分



次にワーゲンを対称としたモデル工区である本工事区間についての概要を述べると、次のようになる。

- ① 物件の収去が昭和 48 年 2 月頃までと予想され、この工事区域が 5 号 II 期線の開通に大きく影響を与える。したがって、急速施工が必要となる。
- ② 出井川河川のカルバート化と高速基礎工事が併行に行なわれる。
- ③ 付属街路には  $\phi 1.8$  m の水道管 (利根川上水) を布設する計画があり、高速工事と重複する。
- ④ 付属街路の民地側の擁壁工事ならびに街路築造工事が高速と重複する。
- ⑤ 河川上のオールステージング工法は割高となる。

### 3. 移動吊支保工とは

図-4~8 に示すように、すでに施工された橋脚間 (スパン 25~30 m) 上に 1 本の架設用鋼箱桁を架設する。そしてそれを主桁として、その主桁より横ばりを 4 m 間隔に取り付ける。また横ばりからは鉛直材、下方材を剛結またはヒンジ結合させ、足場および型わくを吊り下げ、その型わく上でブロック化された鉄筋および P C 鋼材をセットし、コンクリートを打設し桁、床版を施工するものである。そしてコンクリート硬化後型わくを押下げ脱型させたのちに、この打設されたコンクリート床版上を使用し、支保工の受台 ( $R_1, R_2, R_3$ ) を移動させながらワーゲン全体を次のスパンへ移動させていく。この際の移動工程は図-9 のとおりである。移動作業時間は合計 8 時間位で、そのうち実際に移動する時間は 2 時間位であ

図-4

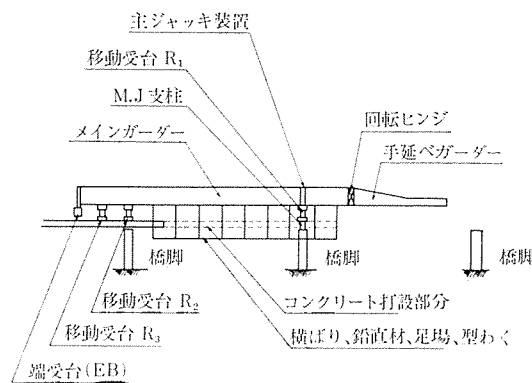


図-5 コンクリート打設時

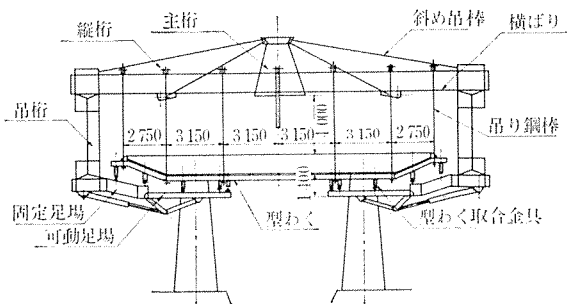


図-6 移動受台  $R_1$

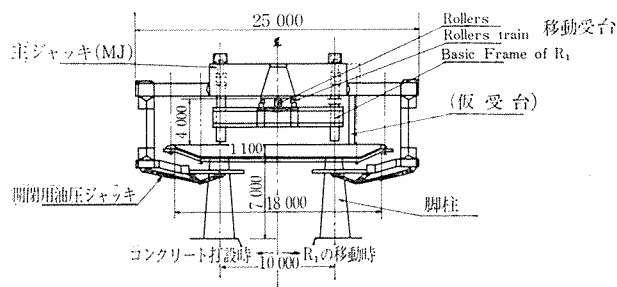


図-7 移動受台 R<sub>2</sub>

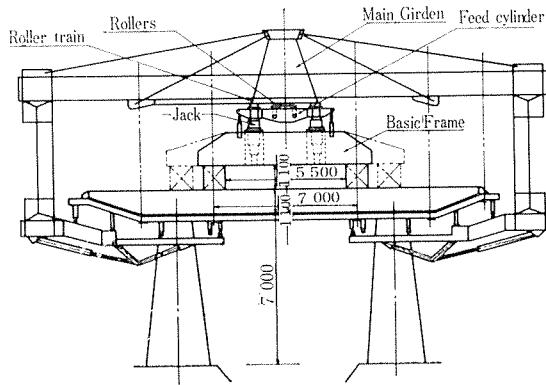


図-8 移動受台 R<sub>3</sub>

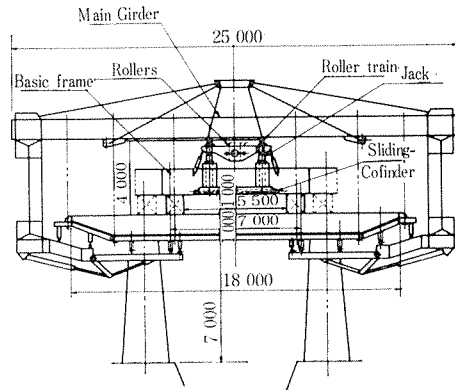
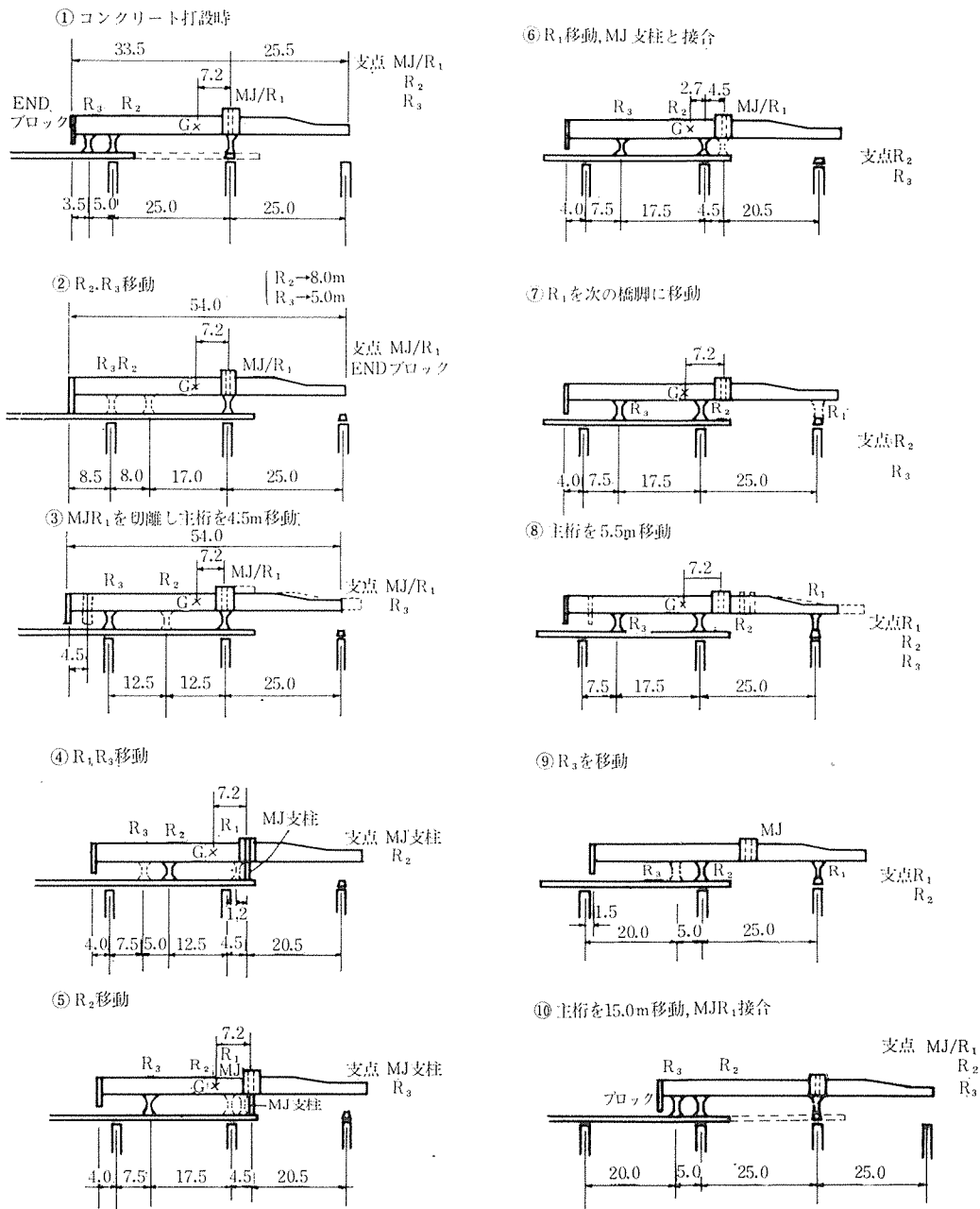
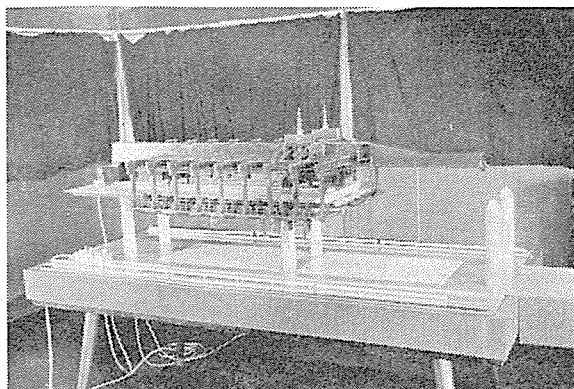


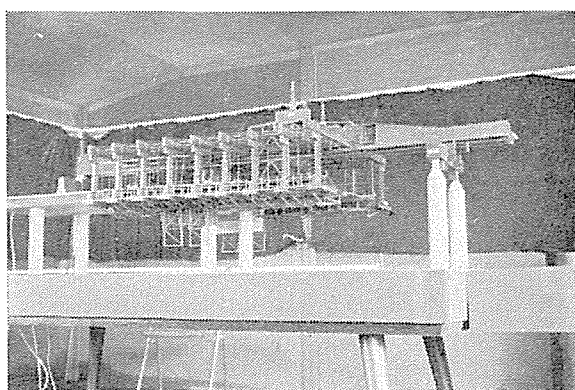
図-9 ワーゲン1サイクルの移動順序 (標準支間 25.0 m の場合)



写真—3 橋脚をかわして前進するワーゲン模型 (S=1/40)



写真—4 先端橋脚に  $R_1$  が到達したところ  
ワーゲン模型 (S=1/40)



る。移動段階では、ワーゲンの足場および型わくは側方に開いて橋脚をかわしながら前進する(写真—3, 4 参照)。このようにして一連の作業工程

型わく工 → 鉄筋およびP Cケーブル工 → コンクリート打設工 → 養生 → 緊張工 → 移動工 を完了させ順次前進施工していく工法である。

#### 4. ワーゲンを対象とした橋梁条件

今回のSSM式ワーゲンは、モデル工区を高速5号Ⅱ期線の付属街路区間としているため、橋脚条件は次のようになる。

- 1) 標準幅員 18 m
- 2) 曲線部幅員 約 19 m, 最小曲率半径 240 m  
最大カント 7 %
- 3) 橋脚形式 Y橋脚, シュー間隔 7 m (図—3 参照)  
1本柱橋脚, シュー間隔 10 m (図—2 参照)
- 4) 橋脚支間 30 m まで可能
- 5) 上部工形式 P C連続ホロースラブ橋, 桁高 1.1 m

ただしワーゲンの型わくおよび足場構造をかえれば、ピルツ, 2主桁版橋, 箱桁等でも施工は可能である。

#### 5. ワーゲンの設計条件

##### a) 設計に使用した荷重

###### ① ワーゲン

本体重量: 約 433 t

型わく関係:  $0.134 \text{ t/m}^2$  (型わくフレーム, 型わく)

その他付加重量:  $0.10 \text{ t/m}^2$

###### ② 上部工 (P Cホロースラブ) からの荷重

橋体全重量: 30 t/m

足場計算に必要なもの: P C材+鉄筋+その他付加重量 =  $0.2 \text{ t/m}^2$

###### ③ 風荷重

コンクリート打設時:  $100 \text{ kg/m}^2$  (風速 30 m)

ワーゲン移動時:  $30 \text{ kg/m}^2$  (風速 10 m)

##### b) ワーゲン本体にかかる地震係数

	水平震度	鉛直震度
コンクリート打設時	0.15	考慮せず
ワーゲン移動時	0.10	"

##### c) ワーゲン本体に作用する衝撃係数 考慮しない

##### d) ワーゲン本体の設計に際しての許容応力度の割増し

本設計は架設構造物と考えているために、鋼道路橋設計示方書の許容応力度に対して、下記の割増したものを使用することにした。

- ① 常時 (架設荷重) の場合……30 % の割増し
- ② 常時+風荷重の場合……50 % "
- ③ 常時+地震荷重の場合……70 % "

##### e) ワーゲン本体の転倒安全率

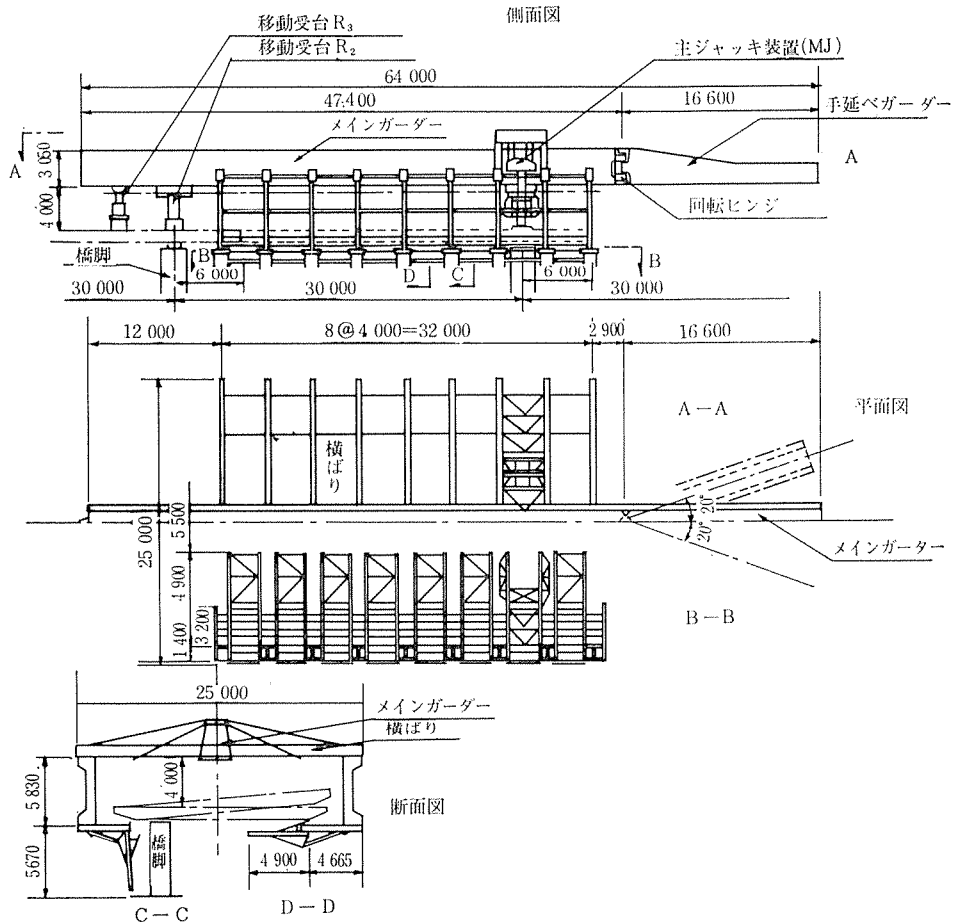
- ① 常時……2
- ② 地震時……1.2

なおワーゲンの全体図は 図—10 のとおりである。

#### 6. ワーゲン使用区間の上・下部構造

上部構造は3径間連続ホロースラブ橋とした。その理由は省力化, 単純化, 機械化をはかることにある。ワーゲンの底面型わく形状が簡易であり, 桁高を底くすることによって桁下空間を大きくとることができるからである。しかしホロースラブ橋の場合は  $1 \text{ m}^2$  あたりのコンクリート量がやや多く, スパン 25 m, 幅員 18 m では  $0.67 \text{ m}^3/\text{m}^2$  位となる。また構造的には曲げモーメント: せん断力が全径間を通じてほぼ等しくなるように, スパンの 1/5 程度のところを打継目, あるいはゲルバーヒン

図-10 全体外形図



ジを設けることにした。この打継目ではP C材を簡単にしかも確実に施工するために、カップリング接続法により連続性を保持させている。地震時の水平力は分散を考え、オールヒンジ構造とした。

下部構造は、付属街路区間では出井川河川に支障を与えないように、また急速施工の点からも大口径杭 ( $\phi = 3.0 \text{ m}$ ) を使用した単柱形式の2本橋脚とした。補助201号線ではY型1本橋脚で基礎は  $\phi 1.2 \text{ m}$  のベント杭を13~16本使用している。橋脚の設計は、支承構造をオールヒンジとして、プレストレス導入による弾性変形、乾燥収縮、クリープによる変形量の数十%を逃すために、施工時および施工後約1か月は、可動支承の働きをするシューを考え、橋脚への外力を少なくすることを計り、橋脚断面をほぼ同一とした(図-11)。

### 7. 工事費の比較

第562~563工区の出井川河川上に従来工法であるオールステーキングとして施工した場合と、今回のワーゲンで施工した場合を、首都高速道路公団の積算基準(昭和46年度)に基づいて比較してみる。

条件として幅員18m、標準スパン25m、桁下空間  $h$

$= 7, 8, 10 \text{ m}$ 、施工延長1000mの各ケースについて算出した。

この場合オールステーキング工法は、出井川河川側面にはH鋼杭等を打込み覆工板を行ない、その上に支保工を立ち上げて施工するものである。なお、H鋼杭および覆工板は次々と転用を考えて積算してある。

一方ワーゲン使用の方は、10日サイクル、12日サイクルの場合で積算した。また移動吊支保工のワーゲン本体の金額は約1億1700万円、油圧関係器約4000万円、

表-1 工費比較表

(上部構造のみ標準スパン25m、総延長1000m)

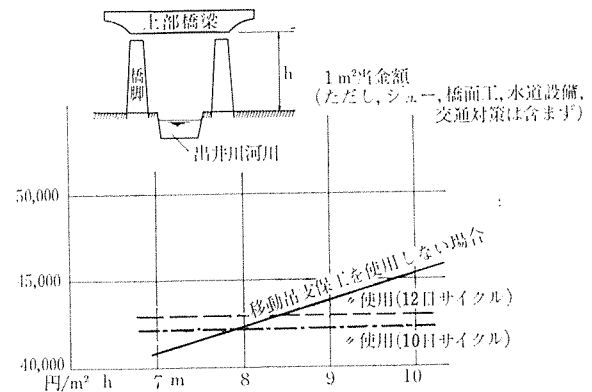
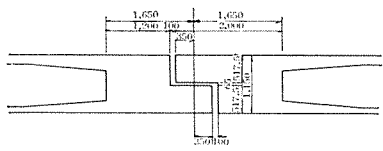
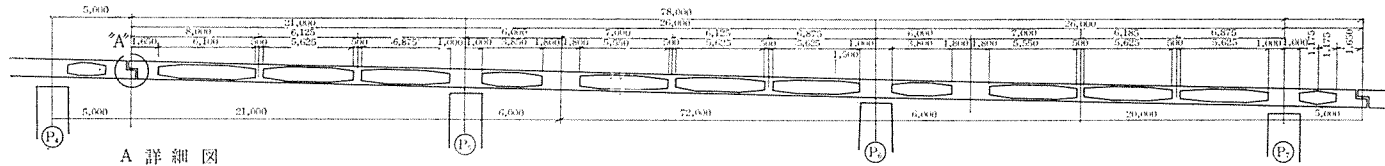


图-11 第 562 工区 上部工图

侧面图



桥高 (单位:m)

	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$
S <sub>1</sub>	1.100	1.192	1.192	1.100
2	"	"	"	"
3	"	"	"	"
4 (0)	"	"	"	"
5	"	"	"	"
6	"	"	"	"
7	"	"	"	"
8 (0)	"	1.189	1.189	"
9	"	1.172	1.170	"
10	"	1.129	1.124	"
11	"	1.173	1.182	"
12 (0)	"	1.163	1.177	"
13	"	1.156	1.172	"

幅員及引張出長 (L)

	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$
S <sub>1</sub>	2.400	2.400	4.000	4.000
2	"	"	"	"
3	"	"	"	"
4 (0)	"	"	"	"
5	"	"	"	"
6	"	"	"	"
7	"	"	"	"
8 (0)	"	"	"	"
9	"	"	"	"
10	2.423	2.377	"	"
11	2.434	2.364	3.999	3.999
12 (0)	2.425	2.371	3.998	3.998
13	2.396	2.396	3.993	3.999

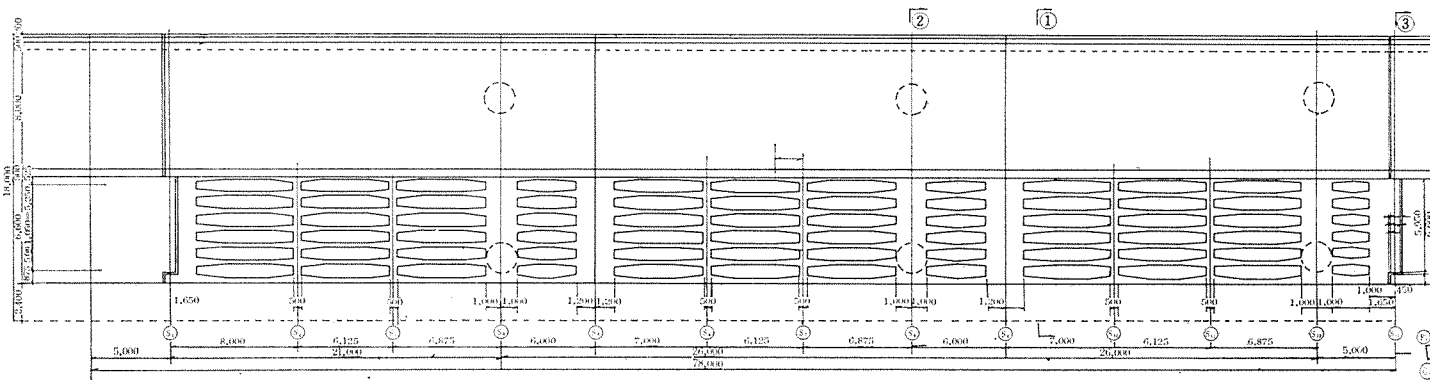
勾配 (i)

	$i_1$	$i_2$	$i_3$
S <sub>1</sub>	-1.500	1.500	0.000
2	"	"	"
3	"	"	"
4 (0)	"	"	"
5	"	"	"
6	"	"	"
7	"	"	"
8 (0)	"	"	"
9	-1.482	1.511	0.015
10	-1.319	1.609	0.136
11	-0.916	1.850	0.432
12 (0)	-0.383	2.170	0.826
13	0.261	2.556	1.303
14	0.729	2.837	1.651

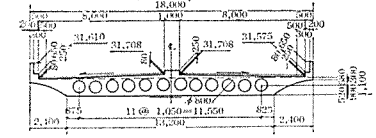
標高 H (单位:m)

	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$
S <sub>1</sub>	33.008	33.128	33.128	33.008
2	32.844	32.964	32.964	32.844
3	32.708	32.828	32.828	32.708
4 (0)	32.544	32.664	32.664	32.544
5	32.390	32.510	32.510	32.390
6	32.198	32.318	32.318	32.198
7	32.021	32.141	32.141	32.021
8 (0)	31.823	31.941	31.941	31.820
9	31.661	31.766	31.766	31.638
10	31.489	31.563	31.563	31.417
11	31.353	31.384	31.384	31.211
12 (0)	31.205	31.184	31.184	30.979
13	31.096	31.038	31.038	30.811

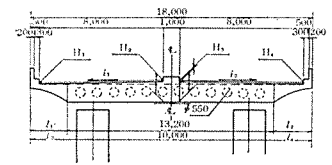
平面图



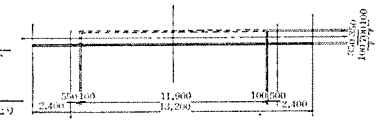
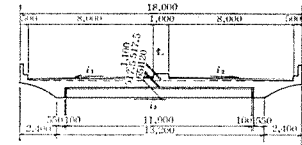
断面图



2-2



3-3



電気製品約 50 万円位で1日あたりの損料は約 25 万 7 000 円位となる。

上記についての結果をまとめてみると、橋長 1 000 m の場合は桁下空間高さが 8 m 以上となれば河川上施工の移動吊支保工は割安となることがいえよう（表-1 参照）。

### 8. ま と め

移動吊支保工を使用した場合の利用について整理してみると次の点があげられる。

#### 1) 交通障害解消

- ① 桁下空間約 7 m でワーゲンを使用しても、建築限界を確保できる。したがって通過交通を阻害しない。
- ② 街路と重複工事となっても互いに支障されない。

#### 2) 省力化

- ① 足場支保工の組立解体の機械化
- ② 吊支保工の上げ下げおよび移動のシステム化

#### 3) 急速性および経済性

- ① 足場支保工の組立解体機械化により労務作業を軽減できる。
- ② 鉄筋、P C鋼棒をブロック化することによる工期短縮できる（図-12 参照）。
- ③ ワーゲンには屋根を設けるため、雨天作業も可能となる。
- ④ コンクリートポンプ使用による打設時間の短縮（1 スパン約 350 m<sup>3</sup>）および冬期蒸気促進養生による養生時間の短縮と品質の均一化。
- ⑤ その他の付属設備：門型クレーン、モノレール、サドル、吊ビーム、鋼製ブラケット等の使用による作業の急速化ならびに簡易化。
- ⑥ 当初のワーゲンの製作費はかなり高くなるが、これを連続的に使用することにより、ステージング工法より割安にすることができる。
- ⑦ 1 サイクルの工程は表-2 のとおりである。

移動吊支保工（SSM 式ワーゲン）の可動は直線区間で行なった。そして今回の試験施工では、可動上の機械的問題点、ならびにコンクリート橋施工の際の諸問題点をピックアップすること。ワーゲン移設時間の測定、所

図-12 鉄筋ブロック化

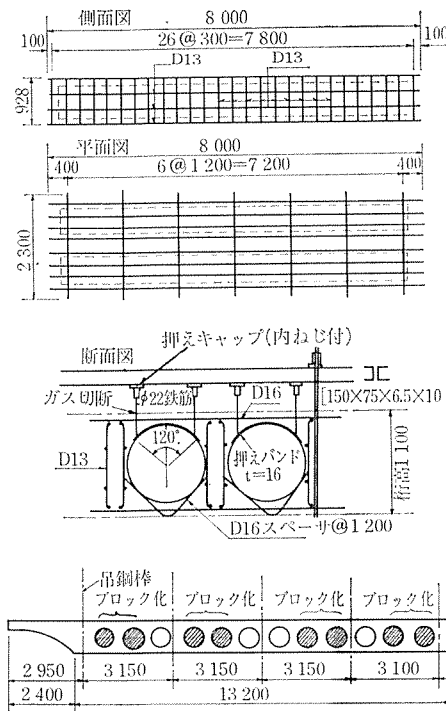


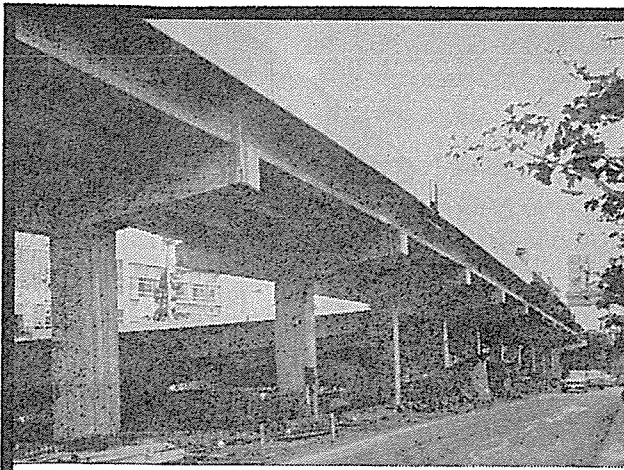
表-2 1 サイクル工程

(作業時間は 8~17 時まで)

工種	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
緊張工		■											
移動工			■										
型わく工				■									
鉄筋、ケーブル工					■								
コンクリート工									■				
養生 (自然養生)										■	■	■	■

要人員等を記録することのほかにメインガーダー載荷試験(たわみ)、R<sub>1</sub> 移動時のローラーフリクションの測定、プレストレス導入時の弾性縮み量などの測定等も調査の対象としている。今後本工区施工の際は、R=240 m の曲線部、縦横断勾配部等の条件下で施工されることになるため、試験工区での諸々の調査、検討事項をも生かして施工する必要があると思う。

最後に、この移動吊支保工が、ワーゲン研究グループの皆様ならびに多くの関係者の手を得て可動することができたことを感謝いたします。



首都高速度道路高架橋

プレストレスト  
コンクリート  
建設工事 フレシナー工法  
MDC工法

設計・施工  
部 材  
製造・販売

# 豊田コンクリート株式会社

取締役社長 西田 赫

本社 愛知県豊田市トヨタ町6 電話 0565(2)1818(代)  
名古屋販売本部 名古屋市中村区笹島町1-221-2 電話 052(581)7501(代)  
東京販売本部 東京都港区西新橋2-16-1 電話 03(436)5461~3  
全国タバコセンタービル2階  
工場 豊田第一工場、豊田第二工場、海老名工場



阪神高速道路 / 守口高架橋

## プレストレストコンクリート

構造物の設計・施工  
(BBRV・フレシナー・SEEE工法)

製品の製造・販売  
(けた、はり、パイル、マクラギ、版類)

# ASCC 北海道ピー・エス・コンクリート株式会社

本社 (東京営業社)  
札幌営業所  
大阪営業所  
福岡営業所  
仙台事務所  
名古屋事務所  
広島事務所  
美唄工場  
札幌別工場  
掛川工場  
京都工場

東京都豊島区北大塚1丁目16番6号(大塚ビル)  
札幌市北三条西4丁目(第一生命ビル)  
大阪市北区万才町43番地(浪速ビル西館)  
福岡市大名1丁目1番3号(石井ビル)  
仙台市本町1丁目1番8号(日本オフィスビル)  
名古屋市中区錦3丁目23番31号(栄町ビル)  
広島市立町1番20号(広島長銀ビル)  
美唄市字美唄1453の65  
北海道登別市千歳町130番地  
静岡県掛川市富部  
京都市南区久世東土川町6

☎(03)918-6171  
☎(011)241-5121  
☎(06)361-0995  
☎(092)75-3646  
☎(0222)25-4756  
☎(052)961-8780  
☎(0822)48-3185  
☎(01266)3-4305  
☎(01438)5-2221  
☎(05372)2-7171  
☎(075)922-1181